

Biofizică

CURS 5

Noțiuni de biomecanică (forțe, mecanica fluidelor, hemodinamică, acustică, unde mecanice, aplicații în medicină și biofizică)

Mecanică

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Forță

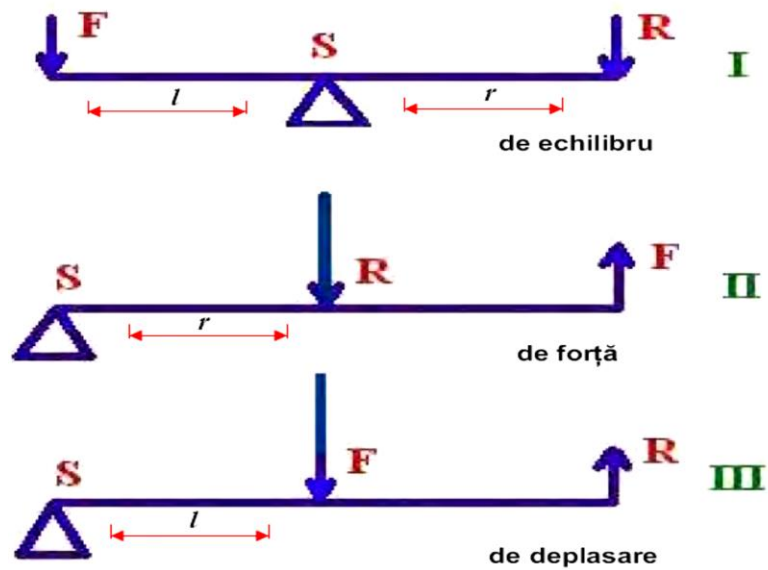
Echilibrul translațional

$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Momentul forței

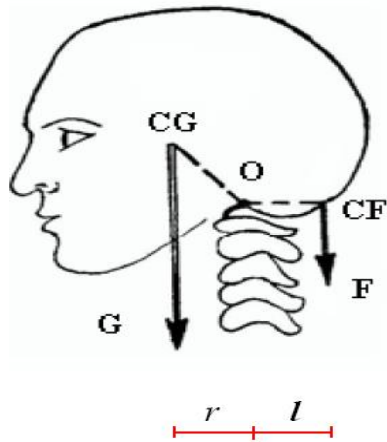
Echilibrul rotațional

Mecanică

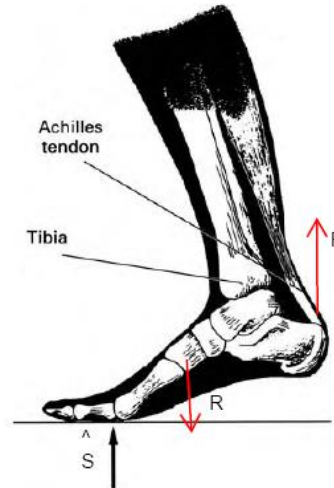


PÂRGHII

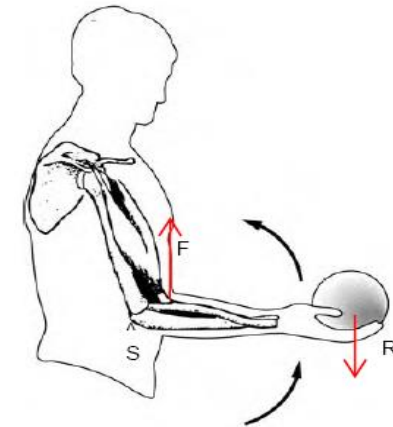
Mecanică



Pârghia de gradul I

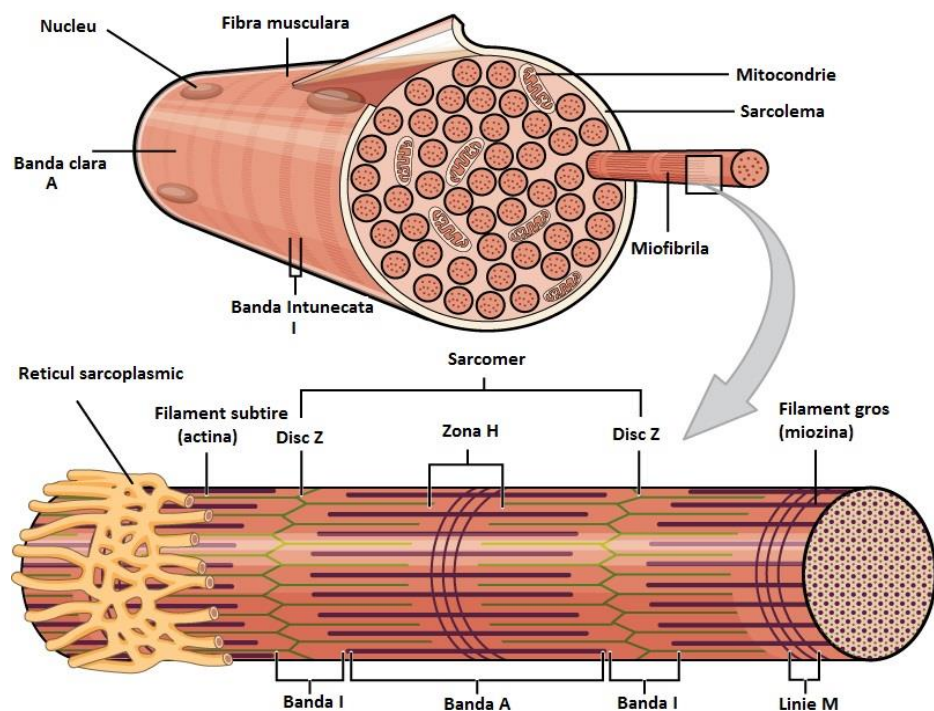


Pârghia de gradul II



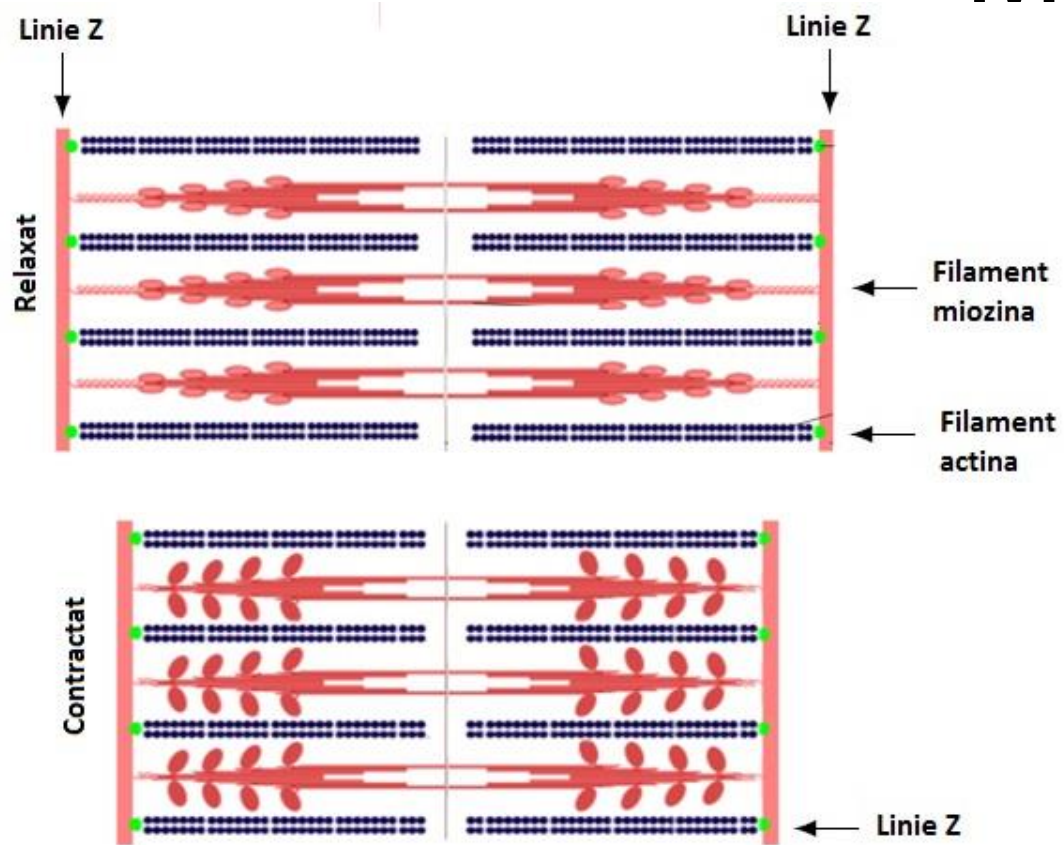
Pârghia de gradul III

Mecanică



- Mușchiul striat este alcătuit dintr-o multitudine de fibre musculare paralele.
- Fiecare fibră musculară - o celulă musculară striată, multinucleată, cu o lungime cuprinsă între 100 μm și 30 cm.
- Fibra musculară conține sute de fibre de miofibrilă cu o grosime de 2 μm înconjurate de o rețea tubulară.

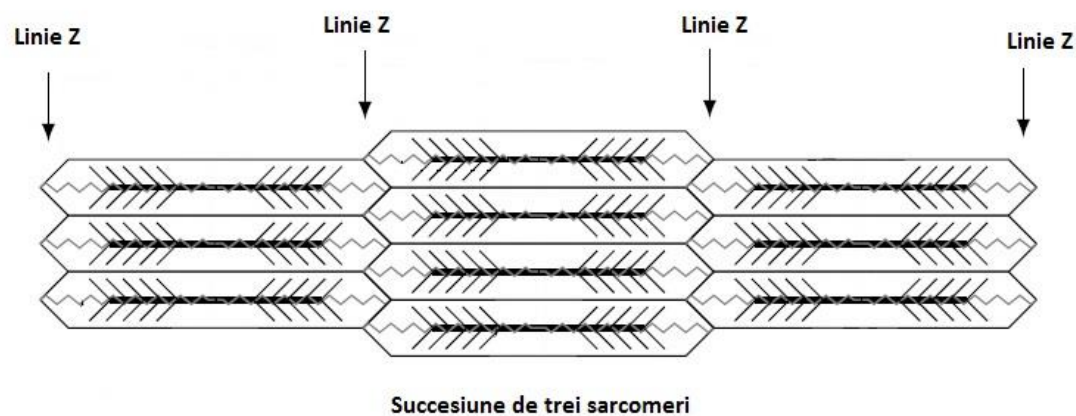
Mecanică



- Miofibrilele conțin un amestec de filamente subțiri (de actină) și groase (de mioznă).

Structură miofibrilă

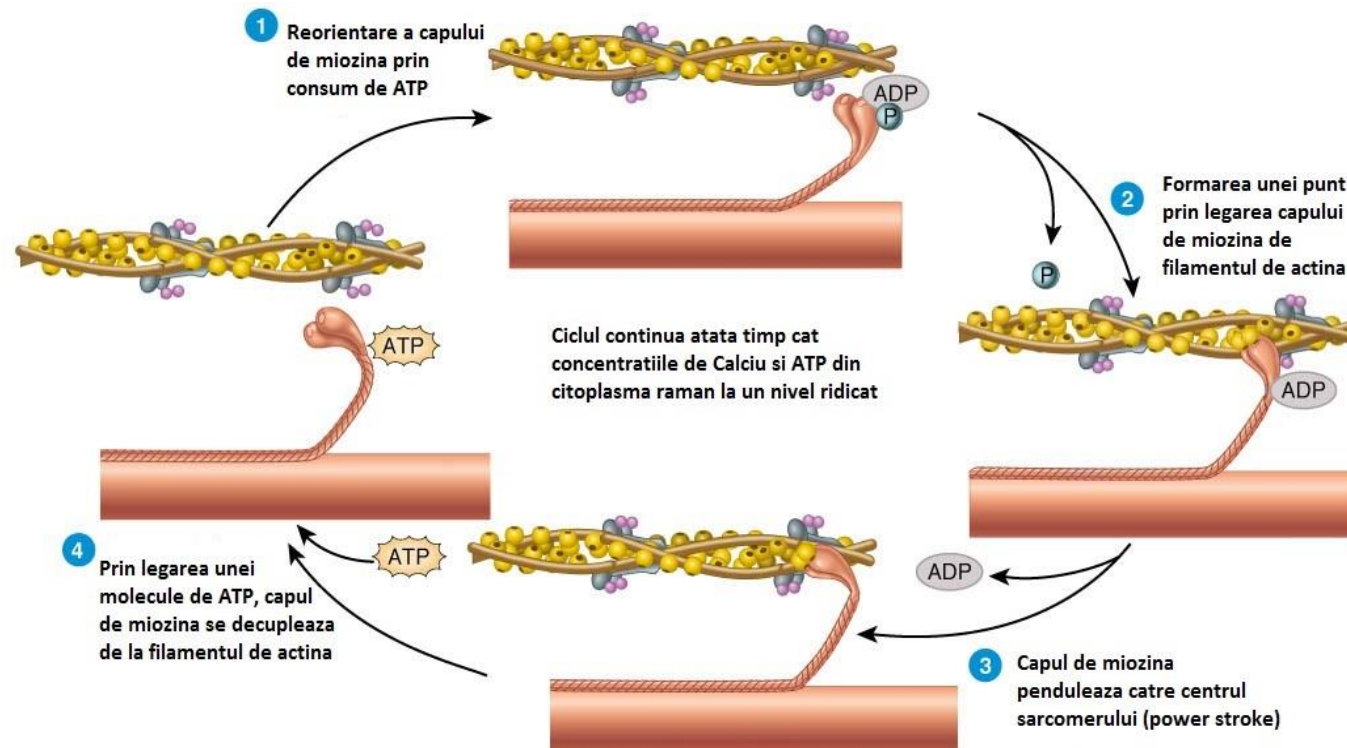
Mecanică



- Spatiul dintr-un miofilament delimitat de două linii Z succesive reprezintă un sarcomer - unitatea morfofuncțională a mușchiului striat.
- Linie M (Mittelscheibe) – discul din mijlocul sarcomerului ce conține elemente de citoschelet.
- Banda Z (Zwischenscheibe) – formează discurile de la capetele sarcomerului – elemente de ancorare pentru filamentele de actină.

Structură miofibrilă

Mecanică



Contracție musculară - modelul rotației punților dintre actină și miozină

Mecanică

MECANICA FLUIDELOR

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

un fluid ideal este un fluid incompresibil și fără vâscozitate;

curgerea staționară - viteza de curgere este invariabilă în timp

linia de curent este o curbă imaginara tangentă în fiecare punct la vectorul viteză;

un tub de curent este alcătuit dintr-un mănunchi de linii de curent;

debitul: cantitatea de fluid ce trece în unitatea de timp prin unitatea de arie;

Lichid newtonian/nenewtonian – vâscozitatea nu depinde/depinde de viteza de curgere

Mecanică

MECANICA FLUIDELOR

Presiunea hidrostatică

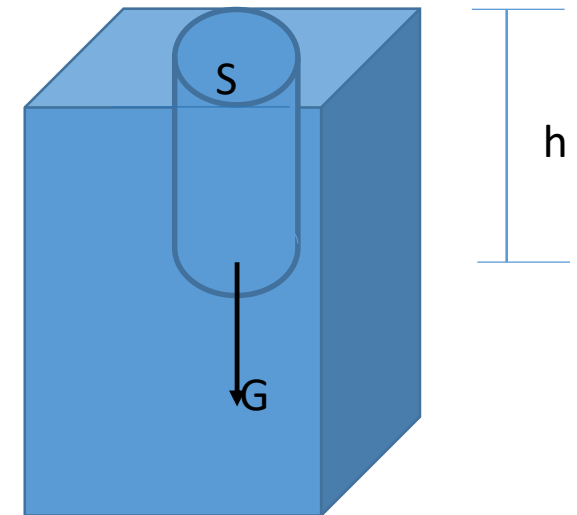
$$p = F/S = G/S = mg/S$$

$$= \rho Vg/S = \rho gSh/S$$

$$p = \rho gh$$

$$\text{N/m}^2 \text{ sau Pa}$$

NOȚIUNI INTRODUCTIVE



Mecanică

MECANICA FLUIDELOR

NOȚIUNI INTRODUCTIVE

curgerea laminara este o curgere în straturi, moleculele sau particulele unui strat neamestecându-se cu cele ale altui strat;

curgerea turbulentă este o curgere care și-a pierdut caracterul laminar din cauza creșterii vitezei de curgere; viteza critică, viteza de la care curgerea devine turbulentă, este dată de:

$$v_c = \frac{\Re \eta}{D\rho}$$

unde $\Re$ se numește numarul lui Reynolds, η este coeficientul de vâscozitate iar ρ este densitatea;

Mecanică

MECANICA FLUIDELOR

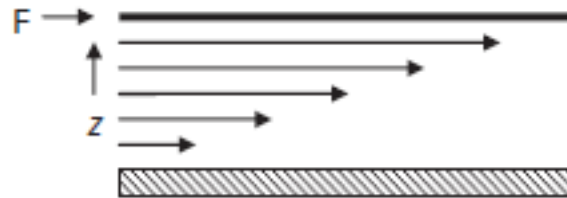
ECUAȚII

vâscozitatea este proprietatea moleculelor unui lichid de a se opune curgerii; forțe de frecare internă între straturi

coeficientul de vâscozitate poate fi definit ca forța necesară unui suprafețe de 1 m² să se deplaseze față de suprafața cu care este în contact cu 1 m și cu o viteză de 1m/s

$$F = \eta S \frac{dv}{dz}$$

Formula lui Newton



Mecanică

MECANICA FLUIDELOR

ECUAȚII

$S \cdot v = cst$ ecuația de continuitate

debitul în cazul unei curgeri staționare pentru un lichid ideal este o constantă

Mecanică

MECANICA FLUIDELOR

ECUAȚII

legea lui Bernoulli afirmă că :

suma presiunilor statică, dinamică și de poziție este o constantă în lungul unui tub de curent

$$p + \frac{\rho v^2}{2} + \rho gh = cst.$$

$$Q = \frac{\pi \Delta P r^4}{8 l \eta}$$

Hagen -Poiseuille

Mecanică

MECANICA FLUIDELOR

Hagen Poiseuille

$$Q = \frac{\pi \cdot r^4}{8 \cdot l \cdot \eta} \cdot \Delta P$$

$$\Delta P = R \cdot Q$$

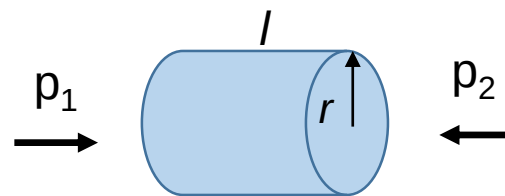
unde
$$R = \frac{8 \cdot l \cdot \eta}{\pi \cdot r^4}$$

Rezistența la curgere

Vascozitatea și raza se pot modifica

Similaritate cu un circuit electric

ECUAȚII



Vas rigid

Mecanică

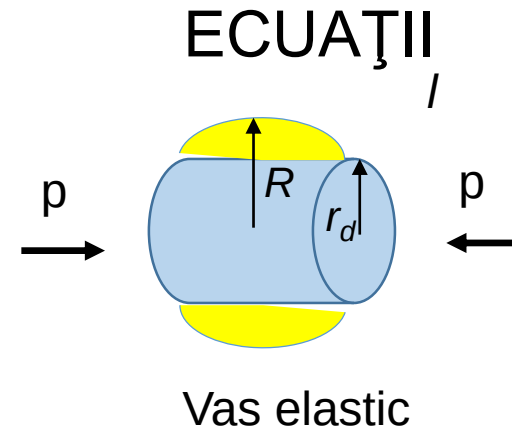
MECANICA FLUIDELOR

Hagen Poiseuille

$$V(P) = V_0 + C \cdot P$$

C- complianță = $\Delta V / \Delta P$

$$Q = \frac{\pi r_d^4}{8\eta L} (P(0) - P(L)) \left(1 + \frac{C'_{\text{flow}}}{r_d} (P(0) - P(L)) \right).$$



Mecanică

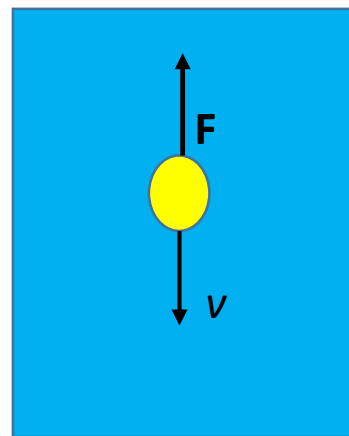
MECANICA FLUIDELOR

ECUAȚII

Legea lui Stoke

$$F = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$$

r este raza particulei; v este viteza;
iar F forța de frecare



Mecanică

Circulația sanguină → există diferențe față de curgerea unui fluid ideal

Circulația este pulsatilă și nu continuă;

Sângele nu este un lichid newtonian (coeficientul de vâscozitatea depinde de viteză);

Pereții vaselor sunt pereți elastici și nu rigizi;

Sângele nu este un fluid omogen ci mai mult o suspensie heterogenă;

Mecanică

Tensiunea dezvoltata de PS în pereții arteriali

valori normale:

- maximă (sistolică): $TA_{\max} = (120-140)\text{mmHg}$
- minimă (diastolică): $TA_{\min} = (60-80)\text{mmHg}$
- diferențială (presiunea pulsului): $TA_d = TA_{\max} - TA_{\min} = (40-60)\text{mmHg}$
- medie:

$$TA_m = (TA_{\max} + 2TA_{\min})/3 = 100\text{mmHg}$$

Mecanică

METODE DE MĂSURĂ A PA

- **Metoda directă:** introducerea în arteră a unui cateter prevăzut cu manometru
- **Metode indirecte (neinvazive):**
 - prin comprimarea arterei
 - ultrasonografică
 - reografică
 - pletismografică

Mecanică

1. COMPRIMAREA ARTEREI

- *palpatorie (sistolica):*

cu manșon compresiv (perceperea primei pulsații a arterei brahiale) (Riva Rocci)

- *ascultatorie (sistolică și diastolică):*

cu sfingomanometrul (perceperea primei și ultimei pulsații) (Korotkov)

- *oscilometrică (sistolică, diastolică și medie):*

înregistrarea amplitudinii vibrațiilor peretelui arterial la decompresie (Pachon)

Mecanică

2. METODA ULTRASONOGRAFICĂ:

masurarea frecvenței Doppler a US reflectate de pereții arteriali în funcție de viteza de curgere

Mecanică

3. *METODA REOGRAFICA:*

masurarea variațiilor de impedanță electrică produse de unda pulsului la aplicarea unui curent electric alternativ într-o extremitate a corpului (deget)

Mecanică

4. METODA PLETISMOGRAFICA:

se detectează variația volumului produsă de unda pulsului într-un segment al corpului (deget) în jurul caruia se aplică o presiune externă prin intermediul unui manșon gonflabil

Mecanică

Circulația sanguină

Valorile normale ale presiunii sanguine

- **(80-135)**mmHg - artere
- **(35-50)**mmHg - arteriole
- **(25-30)**mmHg - capilare arteriale
- **(15-20)**mmHg – capilare venoase
- **(5-10)**mmHg - venule
- **(0-3)**mmHg - vene